CAUZELE ALTERĂRII PICTURILOR MURALE (I)

PAOLO MORA (Italia)

I. Introducere

Cauzele alterării picturilor murale sînt multiple şi adesea se combină, una creînd condiţii favorabile pentru intrarea în acţiune a alteia. Pe de altă parte, adesea, distrugerile nu se manifestă decît tîrziu după intrarea în acţiune a cauzei principale, efectele lor putîndu-se prelungi pe o durată importantă după eliminarea cauzei. Este important să se refacă istoria materială a monumentului, notîndu-se cu grijă modificările pe care le-a suferit în decursul timpului, ca şi intervenţiile de restaurare pentru a reconstitui astfel înlănţuirea de cauze şi efecte care au antrenat alterările actuale. Numai o anchetă istorico-tehnică de acest fel va permite să se acţioneze eficace asupra cauzelor şi să se asigure, suprimîndu-le sau reducîndu-le, protecţia pe termen lung a unui monument.

Pentru claritatea expunerii vom examina succesiv alterările datorate materialelor folosite de artist sau unui viciu în tehnica originară, alterările datorate tratamentelor de restaurare sau de conservare defectuoase, alterările datorate cauzelor fizice, altele decît umiditatea şi, în sfîrşit, cele datorate umidităţii sau favorizate de ea.

Dintre toate aceste cauze, cea mai importantă, atît prin frecvenţă cît şi prin jocul cauzelor secundare pe care le declanşează, este, evident, umiditatea. Aceasta ne conduce la problema mai vastă a umidităţii construcţiilor, care desigur nu va putea fi dezvoltată aici[1]. Pe de altă parte, atacurile biologice (microorganisme, alge, licheni etc.) şi anumite procese de alterare cu caracter chimic nu se produc decît în prezenţa umidităţii şi deci ni s-a părut logic să le tratăm la acest capitol.

II. Alterări datorate materialelor folosite sau unui viciu de tehnică.

1. Materiale folosite

Materialele folosite în diferitele elemente ale operei pot prezenta defecte existînd de la origine care, cu timpul, au provocat alterări specifice sau au facilitat acţiunea factorilor obişnuiţi de deteriorare.

1.1. Suportul

Suportul poate fi prea slab pentru a rezista mult timp agenţilor atmosferici. Este cazul, de exemplu, zidurilor din cărămidă crudă sau din cărămidă de calitate proastă conţinînd săruri solubile. Heterogeneitatea zidului, mai ales cînd acesta este constituit din cărămidă şi piatră, care diferă prin porozitatea şi conductibilitatea lor termică, pot provoca pe pictură zone de condensare, care se relevă în general prin formarea de pete luminoase sau întunecate.

1.2. Tencuiala

Proprietăţile generale ale principalelor materiale constitutive ale tencuielii vor fi expuse în capitolul IV. Astfel, ne vom limita aici să amintim numai cîteva puncte esenţiale. Tencuielile pe bază de argilă sînt în general foarte friabile şi sensibile la umiditate. Tencuielile pe bază de gips sînt de asemenea sensibile la umiditate din pricina higroscopicităţii materialului. Prezenţa gipsului într-o tencuială pe bază de var îl face pe acesta sensibil la umiditate şi poate favoriza sulfatarea, adică transformarea carbonatului de calciu în sulfat de calciu. Pe de altă parte o tencuială foarte friabilă, indiferent de compoziţia sa, riscă să adere prost la suport şi să faciliteze cojirea stratului pictural dacă acesta este aplicat cu un liant prea puternic care se contractă la uscare.

Calitatea materialelor este în mod particular importantă pentru tencuielile de frescă, compuse din var şi dintr-o încărcătură inertă, nisip, pozzolan, calcar praf, cărămidă sfărîmată etc. Asupra proprietăţilor acestor materiale vom reveni în cap. IV.

Paiele şi alte fibre vegetale sau părul de animale, frecvent folosite pentru a asigura coeziunea tencuielilor, constituie un element de întărire foarte eficace. Dar ele pot deveni elemente ale deteriorării cînd, ieşind la suprafaţă, absorb umiditatea care pătrunde astfel în tencuială şi îi măresc volumul în caz de îngheţ sau constituie un teren favorabil pentru atacul biologic.

1.3. Pigmenţii

Pigmenţii folosiţi pentru picturile murale trebuie să reziste agenţilor atmosferici şi, în cazul frescei, acţiunii caustice a varului. Nu vom descrie aici testele de control ale pigmenţilor, dar vom aminti pe scurt care sînt pigmenţii care convin sau nu pentru pictura în frescă.

a) Pigmenţi folosiţi pentru frescă

Alb de Saint Jean	Carbonat de calciu
Var stins	Hidroxid de calciu
Ocruri, terra de Sienna şi caput mortuum	Oxizi de fier hidrataţi sau nu, naturali sau artificiali
Pămînt verde	Calcedonit şi glauconit
Albastru ultramarin natural	Lazurit
Albastru egiptean	Oxizi de calciu, de cupru şi de siliciu
Negru de fildeş sau de os	Cărbune şi fosfat de calciu
Cărbune de lemn	

[1] Giovanni Massari, *Batiments humides et insalubres. Pratique de leur assainissement*, Paris, Eyrolles, 1971.

https://biblioteca-digitala.ro

b) Pigmenţi folosiţi, dar care se pot altera pe zid

Toţi pigmenţii organici	
Alb de plumb (Carbonat bazic de plumb)	Se transformă în bioxid de plumb negru printr-un mecanism neexplicat încă
Minium (oxid salin de plumb)	
Azurit (Carbonat bazic de cupru)	Se transformă în malahit verde sub acţiunea umidităţii. În acelaşi timp frecvent utilizat în trecut, dar în mod normal aplicat cu un liant pe zidul uscat.
Cinabru (Sulfură de mercur)	Folosit de asemenea în trecut. Se transformă în metacinabru negru sub acţiunea umidităţii. Textele vechi recomandă deja evitarea folosirii lui la exterior.

2. Tehnica operatorie

Greşelile sau neglijenţele puteau fi comise de artist în cursul execuţiei operei. Vom trece rapid în revistă cazurile cele mai curente şi mai caracteristice.

2.1. Prepararea defectuoasă a suportului

Indiferent dacă este nou sau vechi, dar mai ales dacă este vechi, suportul trebuie să fie foarte îngrijit curăţat înainte de aplicarea tencuielii. Lipsurile eventuale, urmele de fum, praful, trebuie să fie eliminate, iar suprafaţa să fie rugoasă, dacă e nevoie ciocănită, pentru a asigura o bună aderenţă a tencuielii.

Înainte de a aplica tencuiala trebuie înmuiat zidul, aşa cum nu uitau să recomande autorii vechilor manuale. Aspersiunea trebuie să fie abundentă dacă zidul este poros şi absoarbe repede umiditatea, ca în cazul cărămizii. Această operaţie este indispensabilă dacă vrem să evităm ca apa conţinută în tencuială să nu fie absorbită de zid, ceea ce ar împiedica priza bună a varului. Aceleaşi precauţii se impun evident la aplicarea *intonaco*-ului pe *arriccio* şi, într-o manieră generală, pentru toate suprapunerile de straturi de tencuială.

2.2. Dozarea defectuoasă a tencuielii

Dozarea materialelor este esenţială pentru buna conservare a unei tencuieli. Excesul de liant antrenează riscul formării marilor cracheluri care pot la rîndul lor să detaşeze tencuiala de suport; insuficienţa liantului determină în tencuială o lipsă de coeziune şi riscul dezagregării prin pulverulenţă. Pentru tencuielile de frescă, proporţiile normale sînt de 2—3 volume de nisip pentru 1 volum de var. Nisipul poate fi înlocuit, în totalitate sau în parte, printr-o altă materie inertă sau prin paie tocate ori păr de animal, aşa cum făceau mai ales artiştii bizantini. Aceste materiale potenţează tensiunile provocate de priza varului, asigură o bună coeziune a tencuielii şi prelungesc în timp uscarea.

2.3. Gradul de umiditate a tencuielii pentru pictura în frescă

Cînd pictura este executată în frescă, gradul de umiditate a tencuielii în momentul aplicării culorilor este esenţial. Pe o tencuială prea proaspătă, culorile riscă, sub acţiunea mecanică a pensulei, să se amestece cu pelicula superficială de var şi să schimbe tonalitatea; pe o tencuială prea uscată, ele se fixează imperfect, hidratul de calciu nu difuzează suficient în apa cu care sînt aplicaţi pigmenţii, ceea ce reduce considerabil coeziunea peliculei picturale şi aderenţa sa la tencuială.

2.4. Tehnici sensibile pe zid: tempera, ulei, var

Cînd pictura este aplicată cu un liant, stratul pictural tinde să se cojească de fiecare dată cînd liantul este prea puternic în raport cu coeziunea tencuielii. Pe o tencuială prea netedă sau puţin absorbantă, pictura în ulei se poate contracta în cursul uscării şi poate forma cracheluri premature. Cînd pictura este pe bază de var ea va prezenta o aderenţă insuficientă şi va tinde să se cojească dacă este aplicată pe o tencuială murdară, grasă sau insuficient umezită.

III. Alterări datorate tratamentelor defectuoase

1. Văruiri şi picturi suprapuse

Picturile murale sînt adesea acoperite de văruiri, pentru raţiuni igienice (dezinfectarea unui local) sau religioase (aniconsim).

Aceste văruiri sînt adesea mai compacte decît pelicula de culoare şi riscă deci să o desprindă. În acelaşi timp, adesea, ele au protejat-o într-un mod eficace timp de multe secole contra distrugerilor provocate de om. Unele din aceste văruiri au fost aplicate în tempera, caz în care sînt, în general, solubile.

Un caz particular, dar nu excepţional, este cel al suprapunerilor de două sau mai multe picturi murale avînd fiecare un *intonaco* propriu. Picturile subiacente au fost în general ciocănite pentru a asigura buna aderenţă a noii tencuieli. O aplicare prudentă a tehnicii „strappo" (vezi mai departe, transpunere) permite separarea diferitelor straturi. Dar, trebuie să se ţină seama aici de natura ansamblului monumentului care, de exemplu la Santa Maria Antiqua din Roma, poate justifica conservarea in situ a palimpsestului rezultat din suprapunerile succesive care documentează veritabile stratificări istorice.

2. Tratamente defectuoase de conservare sau restaurare

În afară de curăţirile prea drastice care, mai ales în cazul temperei, pot altera pelicula de culoare, aplicarea anumitor produse ca verniuri, uleiuri, ceară, parafine, grăsimi etc. pentru a fixa culoarea sau a-i reda strălucirea sînt de natură să altereze aspectul estetic al picturilor murale făcîndu-le strălucitoare, întunecîndu-le sau falsificînd raporturile dintre tonuri. Pe de altă parte, fixativele inadecvate sau prost aplicate pot provoca desprinderea peliculei de culoare prin strîngerea datorită uscării sau pot constitui o barieră care împiedică trecerea umidităţii între zid şi aerul ambiant, cu grave consecinţe pentru conservarea tencuielii şi a peliculei de culoare.

Guma arabică, albuşul de ou şi produsele analoage nu alterează în mod normal aspectul picturilor pe care sînt aplicate, dar ele constituie un aliment pentru microorganisme şi pot provoca desprinderea peliculei de culoare.

Silicaţii alcalini, altădată foarte folosiţi ca fixativi, formează voaluri albe, foarte dificil de îndepărtat.

În sfîrşit, ceara, ea însăşi recomandată mult timp, are tendinţa de a întuneca frescele şi picturile în tempera şi de a le da un aspect gras şi strălucitor care le falsifică textura şi aspectul originar.

Lucrările de consolidare a zidurilor, adesea executate cu ajutorul injectărilor de ciment, pot provoca alterări grave:

a) Pentru că apa necesară executării injectărilor poate atinge suprafaţa şi o poate vătăma la uscare;

b) Pentru că scurgerile cimentului pot ajunge, prin fante invizibile, pînă la pelicula picturală şi pot apare în suprafaţă sau pot forma dedesubtul acesteia zone de densităţi diferite, ori pot favoriza condensarea, avînd drept consecinţă apariţia petelor şi apoi dezagregarea tencuielii.

c) În sfîrşit, în cazul apariţiei ulterioare a umidităţii, aceasta poate dizolva sărurile solubile conţinute în cimentul însuşi şi le pot antrena spre suprafaţa pe care, cristalizînd, o vor dezagrega.

Alte alterări grave — fără a vorbi de dificultatea remedierii lor — pot fi provocate de tivirea cu ciment a marginilor lacunelor sau picturilor, sau pentru că acestea pot condensa umiditatea ambiantă, care apoi va trebui să fie absorbită de

https://biblioteca-digitala.ro

tencuiala limitrofă sau, pentru că, dacă zidul este umed, evaporarea neputîndu-se face prin materialul mai dens care este cimentul, ci numai prin suprafaţa poroasă a tencuielii, va provoca pe aceasta o concentrare a sărurilor, avînd drept consecinţă dezagregarea zonei atinse. Este uşor de observat că acolo unde rosturile dintre cărămizi au fost făcute cu ciment, cărămizile sînt alterate, iar suprafaţa este adesea dezagregată pe o grosime de mai mulţi milimetri.

IV. Alterări datorate diverselor cauze fizice, altele decît umiditatea

1. Eroziunea vîntului

Vîntul purtător de nisip sau de praf este un factor de eroziune care trebuie menţionat în cazul picturilor murale exterioare. El poate fi remediat prin plantarea de perdele de arbori, prin constituirea de palisade convenabil dispuse sau prin aplicarea, în faţa picturilor, a unui mijloc de protecţie transparent. Această ultimă soluţie este, în general, cea mai simplă dar în acelaşi timp cea mai puţin satisfăcătoare din punct de vedere estetic.

În celelalte cazuri vîntul poate favoriza evaporarea, care sporeşte cu circulaţia aerului şi poate provoca cristalizarea sărurilor la interior mai curînd decît în suprafaţă. Acest proces poate fi agravat sub efectul fenomenului de sablare cînd vîntul este canalizat spre regiunile atacate unde provoacă o activizare suplimentară a evaporării şi cristalizării.

2. Lumina

Lumina — şi în particular lumina solară — chiar cînd nu atinge temperaturi ridicate ca în cazul precedent poate antrena cu ea o slăbire a intensităţii culorilor. În consecinţă, diferenţa coeficientului de expansiune a liantului peliculei de culoare şi al preparaţiei provoacă tensiuni care pot antrena căderea peliculei de culoare. Aceasta este valabil, evident, şi pentru fixativele aplicate la restaurare. Lumina — şi în particular razele ultraviolete — fac să păleaască pigmenţii organici şi favorizează oxidarea lianţilor care devin sticloşi şi se detaşează de preparaţie.

3. Praful

Printre cauzele exterioare ale alterării nu pot fi neglijate depozitele superficiale de praf, fum, excremente de insecte, de lilieci şi de alte animale. Aceste depozite nu provoacă de obicei decît o întunecare care poate merge pînă la a face pictura invizibilă, dar care, în mod normal, se îndepărtează fără mare dificultate. În acelaşi timp, trebuie remarcat că depozitul de praf pe reliefurile şi asperităţile unui perete poate adera la suprafaţă pînă la punctul de a lăsa, uneori chiar după o curăţire conştiincioasă, urme mai vizibile decît înainte de această operaţie.

4. Focul

Căldura degajată de un incendiu sau pur şi simplu de lumînările prea apropiate de pictură poate retransforma carbonatul în oxid de calciu cu o modificare de volum şi poate provoca astfel o nouă absorbţie de umiditate care dezagregă tencuiala şi alterează tonul anumitor pigmenţi, ca pămînturile, care din galbene sau verzi devin roşii sau brune prin deshidratare. Asemenea transformări se întîlnesc foarte frecvent în vecinătatea altarelor unde lumînările foarte apropiate de pictură au provocat aureole roşii sau întunecate. Uneori umiditatea poate, de asemenea, pentru anumite pămînturi să aibă un efect invers, ocrurile roşii devenind galbene prin hidratare.

Pămînturile galbene, virează spre roşu cu începere de la 250°C. Spre 500° tonul devine roşu-brun şi continuă să se întunece pînă la 750°. Dincolo de această temperatură nu se mai produce vreo altă modificare cromatică.

5. Vibraţiile

Este neglijată adesea importanţa pe care o pot avea pentru picturile murale vibraţiile datorate traficului, orgilor sau clopotelor. Aceste vibraţii pot, dacă nu să provoace, cel puţin să favorizeze detaşarea tencuielilor datorată iniţial altor cauze.

6. Încălzirea monumentelor şi bisericilor

Pînă acum cîţiva ani încălzirea unei biserici era aproape de neconceput. Temperaturile cu care se mulţumeau credincioşii erau mai mult scăzute şi niciodată nu s-au constatat alterări datorate încălzirii excesive. În 1954 toţi se mulţumeau cu 12°, se reclamau deja 15° în 1963 iar astăzi se cer 20°. Nu numai că se cer temperaturi mai ridicate, dar se pretinde de asemenea încălzirea unui volum de dimensiuni enorme pentru cîteva ore chiar, înainte de serviciile religioase. Aceste pretenţii sînt cu atît mai grave şi mai nocive pentru operele conţinute în edificiile în cauză cu cît ele provoacă salturi de temperatură şi umiditate relativă şi supun materialele la şocuri continue pe care nu le-au cunoscut în trecut.

Măsurile luate în diferitele biserici încălzite au relevat că temperatura atinge mai mult de 45°C sub bolţi (după durata încălzirii) şi aceasta în ciuda folosirii ventilatoarelor care fac să circule aerul.

Pentru elaborarea unui proiect de încălzire a unei biserici care să nu prezinte pericol pentru structuri ca plafoane în lemn şi fresce, nici pentru mobilier, în particular orgi şi altare poliptice, este indispensabil să se plece de la principiul că fiecare local ridică o problemă particulară şi că, în consecinţă, nu este posibil să fie adoptat acelaşi sistem în toate cazurile, ci din contra, fiecare caz trebuie studiat individual şi rezolvat într-un mod particular.

Ca în toate problemele de conservare, se impune şi aici colaborarea între arhitect, istoric de artă, specialistul în climatizare şi restaurator. Nu este suficient să preiei proiectul unei firme specializate, trebuie examinată problema şi soluţia propusă din toate punctele de vedere. Între altele, trebuie să se ţină cont de acustica edificiului care ar putea fi modificată prin inserţia unor elemente noi. O altă consideraţie priveşte culoarea pereţilor. S-a notat în consecinţă că, în timp ce la bisericile de mari dimensiuni culorile calde dau impresia unui mediu agreabil temperat, micile biserici cu pereţi de culori reci, dau, la aceeaşi temperatură, impresia de a fi îngheţate.

Înainte de a stabili un proiect, trebuie înregistrate variaţiile naturale ale temperaturii din interior timp de un an întreg, stabilind media şi menţinînd încălzirea abia deasupra acesteia. Trebuie, pe de altă parte, să fie examinate în special obiectele care prezintă un interes particular atunci cînd se adoptă încălzirea sau climatizarea.

Alegerea tipului de încălzire capătă o importanţă capitală prin faptul că *temperatura dorită trebuie obţinută progresiv şi nu brusc şi că, mai ales încălzirea, nu poate în nici un caz să fie intermitentă. Rezultă din experienţele efectuate că nu este posibil să fie folosite instalaţiile statice şi că un sistem de circulare a aerului cu o anume viteză se impune.*

Dar circulaţia aerului ridică noi probleme. Rapiditatea deplasării aerului, care trebuie să fie relativ ridicată la nivelul plafonului sau al bolţilor pentru a menţine circulaţia, antrenează jos curenţi de aer dezagreabili pentru public. O soluţie posibilă constă în divizarea instalaţiilor în două circuite: sus aerul este emis cu o viteză de cca 6 m/sec, care poate fi redusă la 3—4 m/sec în timpul slujbelor, în timp ce jos el este emis cu o viteză de 1,2—1,5 m/sec. Repriza este evident asigurată la extremitatea opusă a încăperii. Experienţele efectuate cu instalaţii astfel concepute şi-au demonstrat eficacitatea. Diferenţa de temperatură între nivelul pardoselii şi cel al plafonului nu depăşeşte 1,5°C.

În mod normal, maximum-ul de temperatură de atins nu trebuie să depăşească 15°C. Temperaturile de emisie, care ating adesea 80°C, trebuie reduse la cca 45°C şi compensate prin prelungirea timpului de încălzire. La punerea în funcţiune a sistemului se va evita ducerea la maximum a reglajului temperaturii; din contra, se va veghea ca această creştere să fie progresivă. Reglarea instalaţiilor trebuie să fie asigurată cu multă grijă, însoţită de încercări şi urmată de un control cel puţin odată la 6 luni.

Un alt sistem de încălzire, care cu unele adaptări a dat unele rezultate, este cel al hipocaustului roman. El cere frecvent adăugarea unei alte surse de căldură şi o uşoară circulaţie a aerului în lungul pereţilor pentru a neutraliza radiaţia rece şi a împiedica stagnarea aerului. Încălzirea pardoselii poate fi obţinută prin electricitate, apă caldă sau vapori la presiune mică, şi aceeaşi formă de energie trebuie să fie folo-

https://biblioteca-digitala.ro

sită pentru instalația subsidiară. Cît privește tipul de canalizare, este în general preferabil și mai ușor să fie făcut un mare număr de canale mici decît un număr mare de canale mari. Canalizarea folosită pentru încălzirea pardoselii poate fi pusă în contact cu interiorul spațiului cu ajutorul unor deschideri practicate la nivelul pavimentului care se deschid pe ordinatorul unui termostat pînă cînd temperatura coboară sub nivelul dorit. Un avantaj al acestui sistem este absența absolută a radiatoarelor sau a altor instalații vizibile.

V. Alterări datorate umidității

1. Introducere

Umiditatea este, de departe, principala cauză a alterărilor picturilor murale. De aici importanța identificării originii și eliminării cauzelor acesteia. Dacă acestea ne duce la probleme ce privesc conservarea construcției însăși, importanța lor constă în aceea că vom examina toate aspectele direct legate de conservarea picturilor murale.

1.1. Tipuri de umiditate

După origine, umiditatea zidurilor poate fi divizată în 5 tipuri:

a) Umiditate de infiltrare datorată defectelor de acoperire, canalizării defectuoase sau expunerii zidului la ploi.

b) Umiditate de capilaritate la zidurile în contact cu un sol umed.

c) Umiditate de condensare pe pereții reci.

d) Umiditate variabilă datorată prezenței materialelor higroscopice.

e) Umiditate datorată aerului umed provenit din sol.

1.2. Variațiile umidității.

În zidurile cu umiditate medie (6—10%), proporția este diferită: 16,7% la tufuri pentru 6,4% în mortar. În zidurile puțin umede (pînă la 6%) proporția este foarte diferită: cărămizi 0,3%, tencuială 5,7%. Procentele normale ale umidității de capilaritate în zidurile de cărămidă sînt de la 9 la 13% pînă la înălțimea de 3 m în timp ce deasupra acestei limite umiditatea redevine normală (în jur de 3%). În cazuri mai puțin grave, umiditatea variază între 5—9%.

Cînd ea nu provine din teren sau din fundații, *umiditatea tinde întotdeauna să coboare.* Uscarea începe de sus și este completă cînd apa este interceptată la bază. În cazul umidității de capilaritate, cu cît evaporarea e mai rapidă cu atît va fi mai mare pierderea de umiditate în zid, și, în consecință diminuarea creșterii capilare. Din contra, apa va atinge nivelul cel mai înalt cînd nu există evaporare.

Trebuie să ne ferim să judecăm după impresiile noastre fizice. Dacă prin atingere ne putem da seama de conductibilitatea termică a unui material, ceea ce constituie una din proprietățile sale specifice, nu este același lucru cu rezistența sa termică, nici cu aprecierea gradului de umiditate al unei suprafețe. Se poate chiar întîmpla, în cazul umidității de condensare, că aparatele de măsură nu înregistrează fenomenul, căci acesta este intermitent. La temperaturi interioare de 2—5°, condensarea se poate produce și numai la o scădere cu 1° a temperaturii, cînd umiditatea relativă este în jur de 95% și pentru 1° de scădere suplimentară pe tranșe de 5% de o parte și de alta a limitei de saturație. Se știe că condensarea se produce, pe o suprafață, cînd umiditatea relativă a aerului din contact cu aceasta atinge 100%.

Precizăm la acest subiect că *părerea după care stratul pictural trebuie să stea întotdeauna pe un suport care să îi permită să „respire" este cu totul eronată.* În consecință, trecerea umidității prin stratul de pictură nu poate fi decît vătămătoare, căci ea este la originea reacțiilor chimice între gazul din atmosferă și materialele conținute în pelicula de culoare însăși. Din contra, în absența umidității, dacă se ține seama de faptul că orice reacție chimică este susceptibilă să dăuneze conservării peliculei de culoare, sîntem siliți să conchidem că cea mai bună soluție constă în a păzi pelicula de culoare de umiditatea provenind din ziduri sau din condensare. Aceasta prezintă avantajul de a face imposibil orice atac biologic.

Deci, cînd se vorbește în general de așa-zisa „respirație" a zidurilor, care ar consta mai ales în circulația aerului, ar fi mai corect să se vorbească despre o circulație a apei, fie sub formă de vapori, fie sub formă lichidă. În fapt, experiențele făcute[2] au demonstrat că zidurile obișnuite (cărămidă, tuf, gresie), de o grosime medie, pentru construcții civile, permit trecerea zilnică a 300 g de apă pe mp de zid neacoperit cu un produs impermeabilizant.

Aspectul opac al peliculelor vechi și uscate este datorat neregularităților suprafețelor lor alterate prin abraziune sau prin umiditate. Acest aspect dispare în prezența apei, pentru că aceasta restabilește o integritate a suprafeței care evită fenomenele optice ale dispersiei luminii. Același rezultat poate fi obținut cu ajutorul unui fixativ permanent, evitîndu-se astfel acțiunea distructivă exercitată pe termen lung de umiditate.

Slaba aderență a particulelor de pigment constatată în cazul anumitor pelicule uscate (culoare „pulverulentă") este datorată, ea însăși, unei alterări a suprafeței și poate fi remediată, ca și în cazul precedent, cu ajutorul unui fixativ.

Se ajunge adesea, mai ales în biserici, să fie înlocuite vechile pardoseli poroase de cărămidă prin pardoseli noi impermeabile (marmură, strat de asfalt etc.) și se astupă lăcașurile subterane ale stratului de impermeabilizare în loc să poată fi utilizate. Asemenea măsuri împiedică evaporarea și provoacă creșterea umidității de capilaritate, agravînd astfel situația generală. O caracteristică comună a tuturor acestor cazuri este că aerul stagnant atinge punctul de saturare imediat în contact cu peretele umed, indiferent de umiditatea acestuia. Acest efect nu cedează decît la 6—8 cm distanță.

Adăugăm, în sfîrșit, că toate aceste tipuri de umiditate favorizează dezvoltarea microorganismelor.

1.3. Măsurători, relevee și interpretări

Determinarea originii umidității unui zid implică relevarea și interpretarea sistematică a unui ansamblu adesea complex de date. În general, trebuie să ne ferim de orice prejudecată sau de un așa-zis bun simț instinctiv, în particular de simplele impresii fizice, iar diagnosticul nu se va baza decît pe examenul atent al datelor obiective culese de instrumentele de măsură și înregistrare.

După un examen de structură și al condițiilor de conservare ale construcției, se va proceda, după caz, la măsurarea și la înregistrarea unei serii de factori.

(1) *Releveul umidității relative și al temperaturii aerului* la interiorul și la exteriorul monumentului pe timp de un an întreg va permite să se țină seama de diferențele dintre aceste două măsuri și de variațiile lor și de a aprecia dacă condițiile sînt favorabile formării condensurilor. Pentru aceasta există aparate simple de măsură și înregistrare.

(2) *Măsurarea umidității superficiale a zidurilor* este probabil cea care interesează în primul rînd conservarea picturilor murale. Ea se face cu ajutorul instrumentelor care permit lectura directă a procentajului umidității, dar nu și înregistrarea lor care necesită un releveu special.

(3) *Măsurarea concentrației și distribuției umidității în zid* va permite stabilirea faptului dacă umiditatea provine din sol (capilaritate), de pe acoperiș (infiltrare) sau de pe un zid (condensare). În general, pentru acest gen de măsurători se procedează la prelevarea eșantioanelor care sînt cîntărite înainte și după uscare. Astfel, se pot introduce în zid, la adîncimi și în puncte diferite, sonde legate de un instrument de înregistrare. Este vorba de aparate foarte complexe și costisitoare.

(4) *Temperatura zidurilor* poate fi măsurată cu ajutorul diferitelor instrumente neînregistratoare, ceea ce implică deci și aici un releveu separat. Comparația între temperatura pereților interiori și exteriori permite aprecierea proprietăților pereților ca izolanți termici, fapt esențial pentru a stabili dacă condițiile de condensare s-au reunit.

Interpretarea datelor astfel culese se va baza pe cunoașterea caracteristicilor proprii diferitelor tipuri de umiditate pe care le vom examina mai jos (§ 2.1—2.6), iar diagnosticul va fi apoi confruntat cu releveele alterărilor suferite de pictură, mai ales condițiile aderării tencuielilor între ele și între ele și zid. Va fi util să se realizeze un releveu grafic al zonelor ata-

[2] Cammerer, *Über die Kapillaren Sigenschaften*, 1942, p. 386.

https://biblioteca-digitala.ro

cate de umiditate la interior și la exterior, pe care se vor raporta curbele umidității unind punctele de perete prezentînd aceeași umiditate și punînd în evidență umiditatea excesivă, adică cea peste 4—5%. În majoritatea acestor cazuri, o asemenea confruntare va permite să se înțeleagă cu ușurință care sînt cauzele umidității responsabile de alterarea picturilor.

Vom remarca, în trecere, că întunecarea tencuielilor, pe care o constatăm frecvent la clădirile vechi, nu este întotdeauna datorată umidității active. Foarte adesea fenomenul provine din umiditatea care a acționat un oarecare timp în trecut, dar a dispărut în momentul examinării. Petele întunecate care se observă în asemenea condiții se formează în puțin timp (în laborator au putut fi obținute pe cărămizi în 2—3 zile) și sînt probabil datorate migrării spre suprafață a unor substanțe minerale sau organice colorate conținute în grosimea zidului.

1.4. Principalele instrumente de măsură

Măsurătorile necesare pentru identificarea originii umidității și a mecanismului care provoacă alterările trebuie să se facă simplu și să se întindă pe durata unui an, căci este evident că anume tipuri de umiditate, ca cea de condensare, sînt discontinue și nu se produc decît în anumite perioade și cu anumite ocazii. Deci, nu este suficient să se procedeze la măsurarea propriu-zisă, ci trebuie înregistrate variațiile dintr-o zi sau din cursul unui anotimp. Deci, trebuie să dispunem de *instrumente de măsură și de instrumente de înregistrare*. Uneori cele două operații se pot realiza cu un instrument unic, alteori, din contră, ești obligat să purcezi separat la măsurare și la înregistrarea rezultatelor.

Pentru toate instrumentele considerate o măsurătoare foarte precisă este dificilă. Pe de altă parte unele dintre ele cer foraje la fiecare măsurătoare sau cel puțin o dată pe lună.

Evident, nu putem examina aici toate tipurile de instrumente și de sisteme de măsură existente. Ne vom limita la descrierea celor care sînt relativ suficiente de fidele și a căror folosire este relativ simplă.

(1) *Măsurarea umidității relative a aerului*

Se poate face cu următoarele tipuri de instrumente:

— psichrometre
— aparate cu punct de rouă
— higrometre cu fir de păr
— higrometre bazate pe diferite principii.

a. Psichrometre

Sînt constituite din două termometre obișnuite, dintre care unul este în contact direct cu atmosfera, în timp ce celălalt are bulbul acoperit cu un manșon umed. Apa conținută în acest manșon se evaporă cu o viteză care depinde de umiditatea relativă a atmosferei înconjurătoare. Cea mai mare parte din căldura necesară acestei evaporări fiind furnizată de bulbul termometrului, temperatura acestuia va coborî, ceea ce va determina o diferență de temperatură între termometrul cu bulb uscat și cel cu bulb umed.

Mișcările aerului din vecinătatea aparatului introduc, evident, o variabilă în sporirea rapidității de evaporare. Dar acest risc de erodare poate fi remediat făcînd să treacă peste bulbul umed un curent de aer de 4—10 m/sec. Variația datorată curenților de aer este astfel redusă și se poate obține o precizie de 4% de UR. Sustrăgînd temperatura din bulbul umed din cea, mult mai ridicată, a bulbului uscat, se obține o cifră care poate fi convertită cu ajutorul unor tabele în % procente de umiditate relativă.

Principalele surse de eroare în lectura acestui tip de aparate sînt proximitatea observatorului, care emite vapori de apă prin respirație (cca 60 g pe oră și mai mult dacă se mișcă) și influențează astfel temperatura bulbului, și dificultatea citirii precise a temperaturii întrucît scara acestui termometru este prea scurtă. În consecință, o eroare de lectură de 1°C poate face să varieze estimarea umidității relative cu 8—10%. Cu instrumente cu scară suficient de lungă și de clară și protejate contra emisiunii de umiditate de către observator, se poate obține o precizie de ordinul a $\pm 2\%$.

Aparatele de acest tip trebuie să fie gradate foarte îngrijit, mai ales manșonul cu bulb umed, care trebuie spălat înainte de fiecare operație cu apă distilată și înlocuit cînd începe să se uzeze.

Există diferite tipuri de psichrometre, fie „statice", pentru aplicarea pe perete și funcționare continuă, fie „dinamice", cu trecerea aerului peste bulb cu o anumită viteză. Acestea din urmă pot fi acționate manual, făcînd să se rotească în jurul unui ax cele două termometre al căror bulb este situat la tilator electric care asigură curentul de aer necesar.

Anumite tipuri de psichrometre sînt concepute astfel încît să permită lectura la distanță și înregistrarea măsurătorilor. Altele folosesc, în locul termometrului cu mercur, termometre cu rezistență electrică care prezintă avantajul unei precizii mai mari și al unei înregistrări mai ușoare, ca și o eventuală comandă la distanță.

b. Aparate cu punct de rouă

Sînt constituite dintr-o oglindă care poate fi răcită progresiv și a cărei temperatură este măsurată. Se atinge astfel o temperatură la care umiditatea aerului începe să se condenseze pe suprafață. De aceea această temperatură se numește punct de rouă. Ea corespunde temperaturii la care aerul considerat este saturat de umiditate. Cu cît umiditatea relativă este mai crescută cu atît mai puțin trebuie răcită oglinda. Datele cele mai precise se obțin cînd diferența dintre temperatura la care se produce condensul și cea la care dispare, nu depășește 5°. Media dintre aceste două temperaturi corespunde punctului de condensare. Un tabel indică tensiunea vaporilor corespunzînd acestei temperaturi, care este identică cu cea a apei efectiv prezente în atmosfera examinată. Cifra astfel obținută constituie numărătorul fracției căutate, în timp ce numitorul este dat de temperatura aerului examinat: rezultatul este măsura umidității relative.

Acest sistem, destul de complex, se poate dovedi foarte util pentru a efectua măsurători în locuri inaccesibile instrumentelor normale.

Pe acest principiu au fost constituite aparate înregistratoare, dar ele prezintă o anume complexitate și cer o mînuire permanentă. Toate aceste aparate reclamă o anume abilitate din partea operatorului; ele trebuie umplute cu un eșantion de aer care să fie într-adevăr reprezentativ pentru aerul de măsurat și principala dificultate rezidă în determinarea exactă a momentului apariției condensului. O mînuire conștiincioasă permite obținerea unei precizii de ordinul a $\pm 3\%$.

c. Higrometre cu fir de păr

Higrometrele cu fir de păr sînt bazate pe proprietatea pe care o prezintă anumite substanțe organice de a se alungi sau a se contracta sub efectul variațiilor umidității. În practică se folosesc fascicole de păr uman, care degresate și ușor întinse între două puncte, dintre care unul fix și celălalt atașat direct sau prin intermediul unui levier la un ac sau la o peniță destinate să înregistreze mișcările. Reacția unui astfel de instrument la variațiile umidității din atmosferă este mai curînd lentă și poate dura pînă la 30 minute. Pe de altă parte higrometrele cu fir de păr sînt sensibile la grăsimi și la fumurile grase care, izolînd părul, pot să reducă considerabil sensibilitatea lui la umiditate.

Principiul higrometrului cu fir de păr a fost folosit într-o serie de instrumente care au un format de buzunar, cu ac, sau sînt atît de mici încît pot fi introduse în spațiile reduse ale conductelor, cu instrumente înregistratoare cu peniță și cu dispozitive de alarmă și instalații de alimentare.

Pentru temperaturi de 15—21°C și umidități relative de 30—80%, precizia aparatelor este de 3—7%. La temperaturi inferioare sau superioare, indicațiile variază între 10% prin exces la o temperatură de —5°C și 10% prin exces peste 35°C. Deci nu sînt aparate de precizie și pot antrena erori sensibile dacă operatorul nu le cunoaște bine modul de funcționare. Din contră, ele pot fi plasate oriunde, chiar în locuri ermetic închise și permit o lectură facilă și imediată. Utilizate judicios și lăsîndu-le timpul necesar pentru a reacționa cu mediul ambiant, ele sînt foarte practice.

Este necesar totuși să fie etalonate cu un psichrometru sau un aparat cu punct de rouă cel puțin o dată la 2—3 luni și

https://biblioteca-digitala.ro

chiar mai des dacă sînt deplasate sau transportate. Dacă nu dispunem de instrumente de control, putem recurge la o metodă simplă, care constă în a muia părul, cu o pensulă suplă, cu apă distilată. Reacţia trebuie să indice 95% umiditate relativă şi nu 100%.

d. Higrometre bazate pe diverse principii

Nu vom descrie aici toate tipurile de aparate care pot intra în această categorie, ci doar unele, a căror folosire este uşoară, relativ precisă şi permit o lectură la distanţă:

Higrometrele electrolitice sînt bazate pe variaţiile rezistenţei opuse la trecerea unui curent electric de înaltă frecvenţă între doi electrozi auriţi sau platinaţi, prin materiale sensibile care intră în echilibru cu umiditatea atmosferei. Aceste materiale sensibile sînt ţesăturile din fibre de bumbac, din fibre anorganice impregnate cu săruri higroscopice sau cu răşini sintetice sensibile la umiditate. Ele trebuie să fie protejate cu grijă contra prafului şi regenerate în fiecare an.

Un aparat special bazat pe acest principiu şi destinat să pună în evidenţă umiditatea de condensare a fost pus la punct de Comisia italiană pentru studiul umidităţii zidurilor. Dat fiind că umiditatea este intermitentă, este indispensabil, pentru a o identifica, să dispunem de un aparat sensibil la umiditate şi capabil să înregistreze continuu pe lungi perioade de timp. Principiul sistemului se bazează pe variaţiile conductibilităţii electrice în funcţie de cantitatea de apă conţinută, de sărurile hidrolizate, prezente în cea mai mare parte din materialele folosite la construcţii.

În practică, elementul sensibil este constituit de un suport pentru circuite imprimate, acoperit cu cupru şi divizat în două în lungime, printr-o linie în dinţi de fierăstrău, de cca. 1 mm grosime. Ansamblul este aurit pentru a face suprafaţa insolubilă. Se obţin astfel doi electrozi izolaţi din punct de vedere electric şi de o oarecare lungime. Pe reversul plăcii este aplicat un strat de un cm din materialul constitutiv al zidului de examinat, în timp ce şanţul este umplut cu o pastă formată din materialele prelevate pe suprafaţa de examinat şi reduse în stare de pudră.

Făcînd ca elementul să fie traversat de un curent alternativ de cîţiva miliamperi, cu scopul de a evita fenomenele de polarizare, se obţine o rezistenţă care variază după umiditatea prezentă.

Aceasta permite determinarea momentului în care apa apare la suprafaţă nu numai prin condensare dar şi prin prezenţa sărurilor mai mult sau mai puţin higroscopice.

Legînd elementul la un instrument înregistrator, se poate stabili care sînt momentele critice în care pelicula de apă se formează pe peretele examinat şi, în consecinţă, se identifică cauzele condensării cu ajutorul studiului altor factori climatici.

Higrometrele capacitive sînt constituite dintr-un condensator format din doi electrozi de aur pur şi dintr-un dielectric de cîţiva mm grosime, care poate absorbi umiditatea. Absorbţia umidităţii de către dielectric face să varieze capacitatea, care se măsoară printr-un circuit electronic de înaltă frecvenţă şi este indicată de un dispozitiv special.

Indicatorii pe bază de tiocianat de cobalt sînt formaţi dintr-o ţesătură specială impregnată cu această sare în proporţie de 0,55 mg/cmp. Culoarea sării variază în funcţie de umiditatea relativă şi confruntarea cu o scară de culori permite aprecierea umidităţii relative cu o aproximaţie de ±10%.

Concluzii

Dat fiind că atmosfera la care sînt supuse în mod normal operele de artă nu prezintă în general variaţii extreme, cum se produc în meteorologie şi în industrie, restauratorul se poate mulţumi cu un număr limitat de instrumente simple, adică:

— un higrometru cu fir de păr de buzunar, cu termometru;

— unul sau mai multe termohigrografe pentru controlul atmosferei pe termen lung;

— un psichrometru electric foarte precis pentru etalonarea celor două instrumente precedente.

În afară de psichrometru, este suficient ca aceste aparate să prezinte o precizie de ±4%.

CITEVA CONSIDERAŢII ASUPRA MORTARELOR FOLOSITE IN RESTAURAREA MONUMENTELOR ISTORICE ŞI DE ARTĂ*

TATIANA POGONAT

La o examinare mai superficială, s-ar putea spune că, a ridica acum, în epoca noastră, problema mortarelor de var este un subiect depăşit şi inutil de abordat. Dimpotrivă, credem că tocmai datorită schimbărilor sau transformărilor totale impuse de progresele epocii moderne, atît în construcţii cît şi în tehnologia materialelor, există pericolul ca această problemă să fie înlăturată complet, pericol care poate lua proporţii îngrijorătoare atunci cînd este vorba de monumentele istorice. Sîntem într-o epocă în care tehnica a ajuns pe culmile cele mai îndrăzneţe. Cu mijloacele de informare de care dispunem, ea ne pune la dispoziţie toate posibilităţile. Trebuie însă să atragem în mod deosebit atenţia că în cazurile întotdeauna speciale din cadrul lucrărilor de restaurare şi conservare a monumentelor istorice, tehnica şi materialele moderne sînt de un mare ajutor, dar, în acelaşi timp, pot constitui şi un mare pericol.

Îmbinarea materialelor noi cu cele vechi, sarcină grea şi delicată care revine arhitectului restaurator, trebuie făcută judicios. Desigur latura estetică ocupă un loc important, dar acest aspect trebuie subordonat permanent grijii pentru tehnologia şi caracteristicile fizice şi mecanice ale materialelor ce sînt utilizate.

În cadrul lucrărilor de restaurare de mare amploare şi chiar în cazul unor mici intervenţii de conservare la monumentele istorice, problema alegerii materialelor de construcţie ce urmează a fi utilizate trebuie privită cu multă seriozitate. Printre acestea o mare importanţă o prezintă compoziţia mortarelor folosite în refacerea şi completarea mortarelor de zidărie şi tencuială.

Este ştiut că o caracteristică generală a vechilor construcţii constă în faptul că fundaţiile zidurilor nu au izolaţie hidrofugă. Deci, aceste ziduri sînt ca un burete care absoarbe permanent apa dintr-un pămînt mai mult sau mai puţin umed. O consecinţă naturală, impusă de acest fenomen, este că masa acestor ziduri devine permeabilă pentru a asigura o circulaţie permanentă a apei absorbite, printr-o respiraţie a întregii structuri.

Atîta timp cît rămîn neschimbate condiţiile de izolaţie ale construcţiei vechi, cît nu s-a intervenit cu metode tehnice noi de hidroizolaţie, trebuie păstrate aceleaşi condiţii de viaţă ale structurii originare, adică utilizate pe cît posibil aceleaşi materiale, aceleaşi condiţii de respiraţie a zidurilor.

În urma studiilor făcute de-a lungul unei lungi cariere de către prof. dr. Alex. Steopoe de la Institutul de Construcţii-Bucureşti, precum şi a cercetărilor şi experimentărilor efectuate în cadrul laboratorului DPCN, s-a constatat că un mare rol în permeabilitatea zidurilor îl au mortarele de var. Descoperirea acestora nu a fost făcută nici de prof. dr. Alex. Steopoe, nici de laboratorul DPCN, ele fiind utilizate din cele mai vechi timpuri, consemnate de scriitori încă din epoca romană (de exemplu, Vitruviu), şi preluate în decursul timpului în Erminii. Noi le-am regăsit doar, fapt impus de consecinţe şi fenomene apărute la monumente cu intervenţii de reparaţii executate în ultimele decenii.

* Textul reprezintă comunicarea susţinută în cadrul Sesiunii anuale de comunicări a DMIA (14—16 mai 1974).

https://biblioteca-digitala.ro